

Pengaruh Urbanisasi terhadap Konsumsi Energi dan Emisi CO₂ : Analisis Provinsi di Indonesia

Prima Agung PS*

*Fasilitasi Penanggulangan Krisis dan Pengawasan Energi
Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional*

Djoni Hartono+

*Departemen Ilmu Ekonomi - Fakultas Ekonomi dan Bisnis
Universitas Indonesia*

Agni Alam Awirya-

Bank Indonesia

ABSTRAK

Indonesia sedang mengalami fenomena urbanisasi yang pesat, pembangunan pada sektor industri menjadi pemicu terbesar dalam peningkatan urbanisasi. Bertumbuhnya populasi urban, berkembangnya sektor industri, dan sektor rumah tangga akan meningkatkan konsumsi energi. Dampak dari meningkatnya konsumsi energi adalah peningkatan emisi CO₂ yang tinggi dan hal itu tentunya akan berdampak pada lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui bagaimana pengaruh urbanisasi terhadap konsumsi energi dan CO₂. Penelitian ini menggunakan data tahun 2008 sampai dengan 2012, dan metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis data panel. Hasil estimasi menunjukkan bahwa urbanisasi memiliki hubungan signifikan terhadap konsumsi bahan bakar minyak dan total konsumsi energi, namun urbanisasi tidak berdampak signifikan terhadap konsumsi listrik dan emisi CO₂. Populasi memiliki hubungan signifikan terhadap konsumsi bahan bakar minyak, konsumsi listrik, dan total konsumsi energi, serta emisi CO₂. Sedangkan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan signifikan terhadap konsumsi bahan bakar minyak, konsumsi listrik, dan emisi CO₂.

Kata kunci: urbanisasi, emisi, konsumsi energi, CO₂

The Influence of Urbanization on Energy Consumption and CO₂ Emission: Analysis of Provinces in Indonesia

ABSTRACT

Indonesia is experiencing the phenomenon of rapid urbanization. Development of the industrial sector is the major trigger of Increased urbanization. The growing urban population, the development of the industrial sector and the household sector will increase of energy consumption. The impact of rising energy consumption is an increase in CO₂ emissions, and it will certainly have an impact on the environment. The purpose of this study is to find out whether the effect of urbanization on energy consumption and CO₂. This study covers period from 2008 until 2012, and employs the analysis of the data panel as the methods. The estimation results indicate that urbanization has a significant relationship with fuel consumption and total energy consumption, but has no significant impact on electricity consumption and CO₂ emissions. Population has a significant relationship with fuel consumption, electricity consumption, total energy consumption and CO₂ emissions, whereas the economic growth has a significant relationship to fuel consumption, electricity consumption and CO₂ emissions.

Keywords: urbanization, emissions, energy consumption, CO₂

*e-mail: prima.agung.ps@gmail.com

+e-mail: djoni.hartono@ui.ac.id /djoni.hartono@gmail.com

-e-mail: agniiesp98@gmail.com

PENDAHULUAN

Urbanisasi di Indonesia sedang berjalan dengan pesat. Saat ini jumlah penduduk yang tinggal di perkotaan sekitar separuh dari total jumlah penduduk Indonesia. Kebijakan pembangunan ekonomi dan pembangunan daerah perkotaan telah meningkatkan daya tarik perkotaan karena ketersediaan lapangan pekerjaan yang lebih besar dan akses terhadap energi, informasi, dan teknologi yang lebih mudah. Pada tahun 1970, penduduk yang tinggal di daerah perkotaan hanya 17,5% dan meningkat menjadi 48,1% pada tahun 2005, atau tumbuh rata-rata 2,9% per tahun. Pada periode tahun 2005--2010, pertumbuhan penduduk perkotaan meningkat, tetapi dengan laju pertumbuhan yang lebih rendah, yaitu 1,2% per tahun. Pada tingkat nasional, urbanisasi diproyeksikan akan mencapai 66,6% pada tahun 2035 (Badan Pusat Statistik/BPS, 2013).

Pada tahun 2010, jumlah penduduk Indonesia sebesar 238 juta jiwa yang terdiri dari 118,5 juta jiwa (49,8%) tinggal di perkotaan dan sebesar 119,5 juta jiwa (50,2%) tinggal di pedesaan. BPS (2013) mencatat bahwa terdapat 5 (lima) provinsi di Indonesia yang merupakan provinsi dengan persentase penduduk perkotaan terbesar, yaitu DKI Jakarta (100%), Kepulauan Riau (82,8%), Banten (67%), DI Yogyakarta (66,4%), dan Jawa Barat (65,7%). Kota Jakarta menjadi tujuan utama arus urbanisasi, selain karena anggapan tersedianya lapangan kerja yang luas, kota ini merupakan ibu kota Negara yang menjadi daya tarik sendiri bagi pendatang. Sedangkan jumlah pendatang yang semakin meningkat untuk bermukim di sekitar Kota Batam, Banten, dan Bandung dikarenakan pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi yang tumbuh sangat pesat. Sementara itu, kota Yogyakarta merupakan kota pendidikan, kebudayaan, dan pariwisata dalam skala internasional yang menjadi daya tarik tersendiri bagi pendatang.

Kasto (2002) menjelaskan bahwa faktor ekonomi merupakan determinan mobilitas penduduk yang utama, yang berkaitan dengan kekuatan sentripetal dan sentrifugal di daerah asal. Kekuatan ini mempunyai daya dorong yang cukup besar dan sulit dibendung. Oleh karena itu, urbanisasi selalu berkaitan dengan masalah kemiskinan dan pengangguran di perkotaan serta masalah perkembangan daerah pinggiran kota. Kondisi tersebut secara relatif menyebabkan tidak terkendalinya perpindahan penduduk ke kota besar. Urbanisasi menyebabkan kota-kota besar akan tumbuh dan kemudian membentuk kota tersebut

menjadi kota metropolitan. Salah satu contohnya adalah kota Jakarta yang merupakan ibu kota Negara Indonesia.

Pembangunan pada sektor industri merupakan pemicu terbesar dalam peningkatan urbanisasi. Tumbuhnya sektor industri akan secara langsung membawa urbanisasi karena terbukanya lapangan pekerjaan baru. Selain itu, perkembangan sektor industri diikuti dengan perkembangan sektor penunjang lainnya, seperti jasa dan komersil.

Urbanisasi membuat aktivitas produksi yang sebelumnya menggunakan sedikit energi menjadi aktivitas produksi yang menggunakan energi yang lebih banyak (Jones, 1989). Terdapat beberapa faktor yang dapat menjelaskan bagaimana urbanisasi memengaruhi permintaan energi, diantaranya adalah perubahan pada produksi, mobilitas, infrastruktur, dan perubahan gaya hidup (Madlener & Sunak, 2011).

Peningkatan populasi perkotaan tentu saja berbanding lurus dengan perkembangan kebutuhan energi dimasa yang akan datang sebagai akibat adanya perubahan pola konsumsi energi masyarakat yang tentunya disebabkan oleh tingginya kebutuhan dan mobilitas di daerah kota. Urbanisasi dan pertumbuhan penduduk perkotaan yang cepat akan disertai oleh perubahan gaya hidup, perubahan pola permukiman penduduk, dan peningkatan infrastruktur transportasi yang selanjutnya akan berdampak pada peningkatan permintaan energi. Hal ini terlihat dalam meningkatnya pola hidup masyarakat perkotaan yang cenderung boros dalam penggunaan energi.

Dalam era industri dan teknologi, peranan energi sangatlah penting. Dengan adanya bantuan teknologi maka produktivitas manusia dalam bekerja akan meningkat, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi. Menurut Kraft & Kraft (1978), peningkatan konsumsi energi mencerminkan peningkatan perekonomian. Bertumbuhnya populasi urban, sektor industri, dan sektor rumah tangga akan meningkatkan konsumsi energi.

Konsumsi energi di Indonesia terus meningkat pada periode sepuluh tahun terakhir (2002--2012), yaitu lebih dari 4,2% per tahun. Konsumsi energi meningkat dari 529 juta Setara Barrel Minyak (SBM) menjadi 904 juta SBM pada tahun 2012. Dalam kurun waktu itu, peran energi fosil masih tetap dominan pada tingkat sekitar 96% (minyak bumi 48%, gas 18%, dan batubara 30%) dalam bauran energi nasional tahun 2012. Peningkatan ini terjadi hampir pada semua sektor seperti sektor

industri, sektor rumah tangga, sektor transportasi, dan sektor komersial (Pusdatin ESDM, 2013). Lima kota yang mengonsumsi energi terbesar pada tahun 2012 adalah Jawa Barat sebesar 72 juta SBM, Jawa Timur sebesar 60 juta SBM, DKI Jakarta sebesar 46 juta SBM, Jawa Tengah sebesar 44 juta SBM, dan Sumatera Utara sebesar 23 juta SBM.

Berdasarkan fenomena tingginya tingkat urbanisasi dan tingkat pertumbuhan konsumsi energi maka perlu diinvestigasi lebih lanjut untuk menjamin ketersediaan energi di Indonesia. Minyak bumi yang masih dominan sebagai input energi utama, namun sayangnya Indonesia telah menjadi negara pengimpor minyak bumi sehingga Indonesia memiliki ketergantungan terhadap impor minyak bumi. Untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi di satu sisi dan menekan laju urbanisasi di sisi yang lainnya, maka penelitian ini penting untuk dilakukan, agar dapat menekan laju konsumsi energi (utamanya impor minyak bumi) tanpa mengabaikan pertumbuhan ekonomi.

Penelitian tentang hubungan antara urbanisasi dengan konsumsi energi telah banyak dilakukan, diantaranya Parikh & Shukla (1995), Poumanyong & Kaneko (2010), Ghosh & Kanjilal (2014), dan Solarin & Shahbaz (2013), sementara itu Refianadewi (2014) meneliti hubungan tersebut pada level nasional di Indonesia. Sepengetahuan penulis belum ada penelitian sejenis yang dilakukan pada tingkat provinsi. Dengan demikian, penelitian ini perlu dilakukan sebagai upaya mencoba mengisi kesenjangan literatur hubungan antara urbanisasi dan konsumsi energi.

Berdasarkan fenomena tingginya emisi CO₂ yang dihasilkan dari konsumsi energi serta komitmen Indonesia menurunkan emisi sebesar 29%, maka perlu dilakukan penelitian terkait hal tersebut. Penelitian mengenai hubungan antara urbanisasi dengan emisi CO₂ telah banyak dilakukan, diantaranya Martinez-Zarzoso & Maruotti (2011), Gu et al. (2011), Liu et al. (2011) dan Fenget al. (2011). Namun demikian, masih sangat jarang penelitian yang menganalisis hubungan antara urbanisasi dengan emisi CO₂ di Indonesia. Sehingga selain menganalisis hubungan urbanisasi dengan konsumsi energi, juga dianalisis hubungan antara urbanisasi dengan emisi CO₂.

TINJAUAN REFERENSI

Urbanisasi akan menciptakan perkembangan kota, dan selanjutnya, terdapatnya kota-kota besar

akan menyebabkan proses pembangunan ekonomi dan transformasi sosial berjalan dengan dinamis. Akibat dari bila tingkat pembangunan suatu negara bertambah tinggi, maka proporsi penduduk yang berada di kawasan perkotaan juga menjadi bertambah besar. Menurut Sukirno (1985), dibandingkan dengan berbagai faktor lainnya, faktor yang bersifat ekonomi merupakan penyebab terpenting dari timbulnya urbanisasi dan perkembangan perkotaan kota. Pembangunan ekonomi akan diikuti juga dengan kegiatan ekonomi: makin maju suatu perekonomian, makin penting peranan kegiatan industri dan perdagangan. Urbanisasi berkonsentrasi pada populasi dan kegiatan ekonomi yang melibatkan transfer tenaga kerja dari pertanian ke industri dan jasa.

Kota sebagai titik sentral produksi mengandalkan pasokan sumber daya yang menyiratkan transportasi jarak jauh. Peningkatan konsentrasi produksi dan tenaga kerja di daerah perkotaan menimbulkan kebutuhan transportasi yang mana kebutuhan bahan bakar fosil akan meningkat (Jones, 2004). Seiring dengan urbanisasi yang meningkat, begitu juga dengan transportasi pribadi. Hal ini disebabkan lalu lintas dan jarak yang dibutuhkan.

Urbanisasi juga memberikan perubahan terhadap kebutuhan konsumen dan gaya hidup rumah tangga. Secara khusus, perubahan kebutuhan konsumen dan perilaku akan memengaruhi permintaan energi perkotaan. Secara umum, penduduk perkotaan lebih tergantung pada produk dan layanan komersial daripada penduduk pedesaan (Clancy et al., 2008). Rumah tangga pedesaan dapat menutupi sejumlah komoditas oleh produksi *in-house*, sedangkan rumah tangga perkotaan cenderung membeli produk dan jasa. Sejalan dengan urbanisasi, pembangunan ekonomi pada dasarnya memengaruhi perilaku konsumen. Meningkatnya konsumsi energi tidak hanya disebabkan oleh adanya pertumbuhan populasi, melainkan juga adanya peningkatan konsumsi per kapita dari perubahan kebutuhan konsumen dan perilaku serta gaya hidup (Satterthwaite, 2009).

Terlepas dari dampak meningkatnya populasi penduduk perkotaan dan pembangunan ekonomi, urbanisasi juga memengaruhi isu-isu global, seperti perubahan iklim dan meningkatkan kelangkaan sumber daya. Inovasi teknologi, terutama mengenai teknologi energi yang inovatif, mempunyai peran penting dalam rangka mitigasi perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya, dan juga untuk mendorong pembangunan berkelanjutan.

Yusgiantoro (2000) menyatakan bahwa peranan energi terhadap perekonomian sangatlah besardi Indonesia. Selain penerimaan pemerintah, penerimaan dari ekspor, dan neraca pembayaran, komponen mikro lain yang sangat memengaruhi pembangunan ekonomi adalah konsumsi energi secara nasional. Peningkatan penggunaan energi juga mendorong kegiatan industri. Permintaan energi pada industri manufaktur untuk menjalankan mesin-mesin memang sangat tinggi. Hal ini didukung oleh peranan energi dalam mendukung kinerja ekonomi nasional seperti menjadi salah satu komoditas ekspor utama. Kuatnya hubungan energi dengan besarnya PDB, maka dapat diestimasi besarnya perubahan konsumsi energi yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat *output* tertentu melalui perhitungan elastisitas konsumsi energi terhadap *output* nasional.

Teori IPAT adalah formula yang digunakan untuk menganalisis dampak dari aktivitas manusia terhadap lingkungan yang diusulkan oleh Ehrlich & Holdren (1971). Dengan model tersebut, dapat terlihat bahwa dampak lingkungan (I atau *impact on environment*), P (*population*) yang merupakan ukuran populasi, A (*affluence*) yang merupakan pengaruh atau tingkat konsumsi per kapita biasanya dinyatakan dalam hal Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita, dan T (*technology*) adalah faktor teknologi yang umumnya diidentifikasi dengan dampak terhadap lingkungan per unit Produk Domestik Bruto (PDB).

Teori IPAT, pada perkembangannya, belum dapat memberikan gambaran mengenai dampak masing-masing faktor pendorong perubahan lingkungan. Ehrlich & Holdren (1971) memandang bahwa perubahan lingkungan merupakan dampak dari ketiga faktor (populasi, tingkat konsumsi, dan teknologi) secara bersama-sama dari model tersebut, tanpa memberikan gambaran dengan analisis empiris mengenai faktor mana yang memiliki peran dominan atau kurang dominan. Hal tersebut yang mendorong penulis untuk mengetahui lebih lanjut faktor apa yang lebih berpengaruh dan dapat dijadikan prioritas dalam mengurangi dampak lingkungan tersebut. Pengembangan kedua model tersebut terus berlangsung hingga beberapa tahun kemudian. *Yorket al.* (2003) mereformulasi persamaan IPAT menjadi bentuk logaritma agar dapat dilakukan analisis regresi dalam menginvestigasi efek dari masing-masing variabel independen. Teori tersebut dinamakan *Stochastic impacts by regression on population, affluence, and technology* (STIRPAT).

METODE PENELITIAN

Model pada penelitian ini mengacu pada penelitian Zhang & Lin (2012) yang menggunakan model STIRPAT, bahwa model tersebut dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara urbanisasi dan perekonomian, termasuk konsumsi energi dan emisi CO₂ (*Fan et al.*, 2006; *Lin et al.*, 2009; *Martinez-Zarzoso & Maruotti*, 2011; *Wang et al.*, 2011). Setelah mengambil bentuk logaritma, model dapat ditulis sebagai berikut:

$$\ln I_{it} = a + b(\ln P_{it}^{\wedge}) + c(\ln A_{it}^{\wedge}) + d(\ln T_{it}^{\wedge}) + e_{it} \quad (1.1.)$$

dengan I menggambarkan keadaan atau perubahan lingkungan, P menunjukkan ukuran populasi, A diukur dengan PDB per kapita, T diukur dengan dua variabel: pangsa sektor industri dalam PDB (dilambangkan dengan IND) dan pangsa sektor jasa dalam PDB (dilambangkan dengan SV), pemilihan variabel tersebut dilakukan karena sektor industri dan jasa paling banyak mengonsumsi energi sehingga akan menghasilkan emisi yang cukup besar juga (Shi, 2003), dan t menunjukkan tahun.

Penelitian ini menggunakan persamaan (1.2.) dan (1.3.). Persamaan (1.2.) menggambarkan konsumsi energi dari penggunaan energi yang merupakan fungsi dari total populasi (P), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), persentase sektor industri (IND), persentase sektor jasa (SV), dan Urbanisasi (URB). Berdasarkan persamaan (1.2.), variabel yang dinyatakan dalam bentuk logaritma adalah populasi, PDRB, dan konsumsi energi.

$$\ln Energi_{it} = a_0 + a_1(\ln P_{it}) + a_2(\ln PDRB_{it}) + a_3(IND_{it}) + a_4(SV_{it}) + a_5(URB_{it}) + e_{1it} \quad (1.2.)$$

Selanjutnya, persamaan (1.3.) menggambarkan emisi karbon dioksida yang dihasilkan merupakan fungsi dari total populasi (P), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), persentase sektor industri (IND), persentase sektor jasa (SV), Urbanisasi (URB), Intensitas Energi (EI) yang diprosikan dengan konsumsi BBM dibagi dengan PDRB. Berdasarkan persamaan (1.3), variabel yang dinyatakan dalam bentuk logaritma adalah populasi, PDRB, dan Emisi CO₂.

$$\ln CO_{2it} = b_0 + b_1(\ln P_{it}) + b_2(\ln PDRB_{it}) + b_3(IND_{it}) + b_4(SV_{it}) + b_5(URB_{it}) + b_6(IE_{it}) + e_{2it} \quad (1.3)$$

dengan:

- $\ln Energi_{it}$: konsumsi energi (bbm, listrik dan total energi) dari penggunaan energi provinsi i pada tahun t , dinyatakan dalam bentuk logaritma natural
- $\ln CO_{2it}$: emisi karbon dari emisi kendaraan bermotor provinsi i pada tahun t , dinyatakan dalam bentuk logaritma natural
- $\ln P_{it}$: total populasi provinsi i pada tahun t , dinyatakan dalam bentuk logaritma natural
- $\ln PDRB_{it}$: PDRB Riil (dalam juta rupiah) provinsi i pada tahun t , dinyatakan dalam bentuk logaritma natural
- IND_{it} : PDRB Riil (Tanpa Migas) industri pengolahan provinsi i pada tahun t (persentase terhadap Total PDRB Riil)
- SV_{it} : PDRB Riil (Tanpa Migas) sektor jasa provinsi i pada tahun t (persentase terhadap Total PDRB Riil)
- URB_{it} : persentase penduduk perkotaan provinsi i pada tahun t
- IE_{it} : Intensitas Energi (SBM/Juta Rupiah) provinsi i pada tahun t
- e_{it} : *error term*
- i : individu (provinsi)
- t : *time* (tahun)

Peneliti sebelumnya yang menggunakan model yang sama adalah Shi (2003), Poumanyong & Kaneko (2010), serta Zhang & Lin, (2012). Rancangan model penelitian ini akan diestimasi dengan menggunakan pendekatan model panel pada *software* Stata12. Pendekatan yang akan digunakan adalah *fixed-effects* model (FEM) dan hipotesis yang digunakan dalam studi ini adalah populasi yang akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif; urbanisasi akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif; pertumbuhan ekonomi akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif; sektor industri akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif; sektor jasa akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif; dan intensitas energi akan memengaruhi konsumsi energi dan emisi CO_2 , yang diharapkan memiliki koefisien positif

DATA DAN SUMBER DATA

Penelitian ini menggunakan data selama 5 tahun, yaitu dari tahun 2008 sampai dengan 2012. Penentuan data yang digunakan berdasarkan ketersediaan data. Data yang digunakan adalah populasi, penduduk perkotaan, Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan 2000, PDRB Tanpa Migas Atas Dasar Harga Konstan 2000 lapangan usaha industri pengolahan, PDRB Tanpa Migas Atas Dasar Harga Konstan 2000 lapangan usaha jasa, dan emisi karbon kendaraan bermotor yang sumber datanya berasal dari publikasi dari Badan Pusat Statistik. Konsumsi energi dan intensitas energi bersumber dari data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

HASIL PENELITIAN

Hasil estimasi model energi dengan menggunakan pendekatan *fixed-effects* dapat dilihat pada Tabel 1. Populasi dan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan positif terhadap konsumsi BBM dan listrik yang secara statistik signifikan pada $\alpha = 1\%$. Populasi memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap konsumsi energi, terutama konsumsi BBM dan listrik apabila dibandingkan dengan pengaruh yang diberikan oleh pertumbuhan ekonomi. Selain itu, populasi juga memiliki hubungan positif terhadap total konsumsi energi yang secara statistik signifikan pada $\alpha = 5\%$.

Selanjutnya, persentase sektor industri memiliki hubungan positif terhadap konsumsi energi, namun demikian secara statistik tidak signifikan. Sedangkan untuk persentase sektor jasa memiliki hubungan positif terhadap konsumsi listrik dan secara statistik signifikan pada $\alpha = 1\%$. Namun, persentase sektor jasa memiliki hubungan negatif terhadap total konsumsi energi dan secara statistik tidak signifikan. Urbanisasi memiliki hubungan positif terhadap konsumsi bahan bakar minyak dan total konsumsi energi dan secara statistik signifikan pada $\alpha = 1\%$.

Urbanisasi memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap konsumsi total energi apabila dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar minyak.

Tabel 1. Hasil Estimasi Model Energi

	ln_bbm	ln_listrik	ln_totalenergi
<i>ln_P</i>	1.692467***	2.183931***	1.082561**
<i>ln_A</i>	.4240971***	0.8328366***	.1981173
<i>IND</i>	.0074249	.0101617	.0104456
<i>SV</i>	.0050425	.0138099***	-.0016025
<i>URB</i>	.0098024***	.0004989	.0148677***
<i>_cons</i>	-18.72162	-34.72185	-5.03566
R ² within	0.8969	0.8850	0.6306
R ² between	0.9515	0.9135	0.9546
R ² overall	0.9463	0.9095	0.9491

Keterangan: ***) signifikan pada $\alpha=1\%$, **) signifikan pada $\alpha=5\%$, *) signifikan pada $\alpha=10\%$

Sumber : hasil perhitungan penulis

Sedangkan untuk model CO₂ dapat dilihat pada Tabel 2. Terlihat bahwa populasi, pertumbuhan ekonomi, dan persentase sektor jasa memiliki hubungan positif terhadap CO₂ dan secara statistik signifikan pada $\alpha=1\%$. Namun demikian, persentase sektor industri, urbanisasi, dan intensitas energi memiliki hubungan positif terhadap emisi CO₂, namun demikian dampaknya tidak signifikan. Selain itu, populasi juga memberikan dampak yang paling besar terhadap emisi daripada dampak yang sama dari variabel pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi.

ANALISIS

Populasi memiliki hubungan positif terhadap konsumsi BBM, konsumsi listrik, total konsumsi energi, serta emisi CO₂. Dampak populasi tersebut terhadap konsumsi BBM, konsumsi listrik, dan emisi CO₂ secara statistik signifikan pada $\alpha=1\%$. Sedangkan dampak terhadap total konsumsi energi secara statistik signifikan pada $\alpha=5\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa, dengan bertambahnya penduduk akan meningkatkan konsumsi BBM, konsumsi listrik, konsumsi total energi, dan emisi CO₂. Hasil tersebut menjelaskan juga bahwa, setiap kenaikan populasi sebanyak 1% akan meningkatkan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 1,692%, konsumsi listrik sebesar 2,183%, total konsumsi energi sebesar 1,082%, dan emisi CO₂ sebesar 1,904% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Hasil ini sesuai dengan hipotesis yang menyatakan populasi mempunyai hubungan positif terhadap konsumsi energi dan emisi CO₂. Bukti empiris menunjukkan bahwa setiap kenaikan populasi akan menyebabkan kenaikan konsumsi energi. Studi Pachauri & Jiang (2008) menunjukkan bahwa total konsumsi energi di rumah tangga pedesaan

Tabel 2. Hasil Estimasi Model CO₂

	l-emisi
<i>ln_P</i>	1.904028***
<i>ln_A</i>	1.360668***
<i>IND</i>	.0061348
<i>SV</i>	.0211825***
<i>URB</i>	.0027809
<i>IE</i>	0.2291249
<i>_cons</i>	-39.47216
R ² within	0.8453
R ² between	0.6991
R ² overall	0.6878

Keterangan: ***) signifikan pada $\alpha=1\%$, **) signifikan pada $\alpha=5\%$, *) signifikan pada $\alpha=10\%$

Sumber: hasil perhitungan penulis

melampaui rumah tangga perkotaan di India.

Pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan positif terhadap konsumsi BBM, konsumsi listrik, dan emisi CO₂ yang secara statistik signifikan pada $\alpha=1\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi, maka akan meningkatkan konsumsi BBM, konsumsi listrik, dan emisi CO₂. Hasil tersebut menjelaskan bahwa apabila pertumbuhan ekonomi meningkat sebesar 1%, hal itu akan meningkatkan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 0,424%, konsumsi listrik sebesar 0,832%, dan emisi CO₂ sebesar 1,360% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Hasil ini sesuai hipotesis yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai hubungan positif terhadap konsumsi energi. Bukti empiris menunjukkan bahwa setiap kenaikan pertumbuhan ekonomi akan menyebabkan kenaikan konsumsi energi. Selain itu, pertumbuhan ekonomi memengaruhi pertumbuhan konsumsi energi sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lise & Van Montfor (2007) yang menemukan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan dalam jangka panjang dan konsumsi energi terus tumbuh selama perekonomian juga mengalami pertumbuhan. Tang *et al.* (2015) menemukan hubungan bahwa konsumsi energi memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Vietnam. Fan *et al.* (2006) menemukan bahwa pertumbuhan ekonomi memiliki dampak terbesar pada emisi CO₂ di tingkat global.

Persentase sektor industri memiliki hubungan positif secara tidak signifikan dengan konsumsi bahan bakar minyak, konsumsi listrik, serta konsumsi total energi dan CO₂. Persentase sektor jasa memiliki hubungan positif secara tidak signifikan terhadap konsumsi bahan bakar minyak dan memiliki hubungan negatif

tidak signifikan pada total konsumsi energi. Hal ini mungkin disebabkan bahwa dalam penelitian ini menggunakan data sektor jasa (Perdagangan, Hotel & Restoran; Pengangkutan & Komunikasi; Keuangan, Real Estate & Jasa Perusahaan; Jasa-jasa) yang lebih banyak menggunakan konsumsi energi listrik.

Persentase sektor jasa memiliki hubungan positif terhadap konsumsi listrik dengan koefisien sebesar 0,013 dan emisi CO₂ sebesar 0,02, dan secara statistik signifikan pada $\alpha = 1\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan meningkatnya sektor jasa dalam perekonomian akan meningkatkan konsumsi listrik dan emisi CO₂. Hal tersebut dijelaskan bahwa setiap kenaikan persentase (poin) sektor jasa sebesar 1% akan meningkatkan konsumsi listrik sebesar 1,3% dan emisi CO₂ sebesar 2,1% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Urbanisasi memiliki hubungan positif terhadap konsumsi BBM dengan koefisien sebesar 0,009 dan total konsumsi energi sebesar 0,014 secara statistik signifikan pada $\alpha = 1\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan meningkatnya urbanisasi akan meningkatkan konsumsi BBM dan konsumsi total energi. Hal tersebut dijelaskan bahwa setiap peningkatan persentase (poin) urbanisasi sebesar 1% akan meningkatkan konsumsi BBM sebesar 0,9% dan konsumsi total energi sebesar 1,4% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Temuan penelitian ini sesuai dengan kajian yang dilakukan oleh Liu (2009) yang meneliti urbanisasi dan konsumsi energi di China, juga sejalan dengan kajian Madlener & Sunak (2011) yang menemukan bahwa berbagai urbanisasi akan menyebabkan peningkatan substansial dalam konsumsi energi, dan hasilnya bervariasi antara negara berkembang dan negara maju, serta sejalan pula dengan kajian tentang hubungan positif antara urbanisasi dan penggunaan energi atau emisi CO₂ yang dilakukan oleh Wei *et al.* (2003) serta Li & Yao (2009).

Sedangkan pengaruh urbanisasi terhadap konsumsi listrik dan emisi CO₂ memiliki hubungan positif yang secara statistik tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fan *et al.* (2006), yang salah satu kesimpulannya menyatakan bahwa ketika pendapatan per kapita mencapai tingkat yang lebih tinggi, maka orang akan perhatian terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga dapat mengoptimalkan konsumsi energi dan mengurangi emisi CO₂.

Intensitas energi memiliki hubungan positif secara

tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Intensitas energi merupakan energi yang dibutuhkan untuk meningkatkan Produk Domestik Bruto (PDB). Pada tahun 2012, nilai intensitas energi final Indonesia sebesar 348 SBM/milyar rupiah, kemudian turun 14 SBM/milyar rupiah atau sebesar 4,02%, sehingga pada tahun 2013 nilainya tercatat sebesar 334 SBM/milyar rupiah. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan energi Indonesia menjadi lebih efisien namun tidak memengaruhi emisi CO₂.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian mengenai pengaruh urbanisasi terhadap konsumsi energi dan emisi CO₂ dengan menganalisa data per provinsi di Indonesia pada periode 2008-2012 ini menyimpulkan bahwa *pertama*, urbanisasi berhubungan positif secara signifikan terhadap konsumsi BBM dan total konsumsi energi. Semakin tinggi tingkat urbanisasi akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi energi tersebut. *Kedua*, populasi memiliki hubungan yang positif secara signifikan terhadap konsumsi energi (BBM, listrik, dan total energi) dan emisi CO₂. Pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan yang positif secara signifikan terhadap konsumsi energi (BBM dan listrik) dan emisi CO₂. *Ketiga*, urbanisasi tidak memengaruhi secara langsung terhadap peningkatan emisi CO₂. Hal ini diduga apabila pendapatan per kapita mencapai tingkat yang lebih tinggi, maka perilaku dalam mengonsumsi energi akan optimal dan efisien sehingga dapat mengurangi emisi CO₂.

SARAN

Urbanisasi secara keseluruhan tidak dapat dicegah karena merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi, sehingga fenomena urbanisasi akan terus terjadi. Pertumbuhan ekonomi yang meningkat juga akan meningkatkan konsumsi energi (dengan energi fosil yang masih dominan) dan pada gilirannya berdampak terhadap emisi CO₂. Untuk mengatasi hal tersebut, penulis menyarankan untuk melakukan manajemen energi untuk mencapai pemanfaatan energi yang efektif guna optimalisasi *output*, termasuk *output* produksi.

Selain melakukan upaya manajemen energi, pengambil kebijakan mungkin dapat mempertimbangkan upaya menuju *green economy* yang memiliki 3 (tiga) karakteristik, yaitu low-

carbon, resource efficient, dan socially inclusive. Selain itu pula, penulis juga menyarankan untuk segera melakukan pemerataan infrastruktur energi, sehingga memudahkan masyarakat mendapatkan akses ke energi. Pemerataan infrastruktur akan mengakibatkan pemerataan perekonomian sehingga dapat menahan laju urbanisasi.

REFERENSI

- BPS. (2012). *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2007--2011*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS. (2014a). *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2009--2013*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS. (2014b). *Indikator Pembangunan Berkelanjutan*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Clancy, J.S., Maduka, O., & Lumampao, F. (2008). Sustainable Energy Systems and Urban Poor Livelihoods, in P. Droege (ed.), *Urban Energy Transition: from Fossil Fuels to Renewable Power*, pp. 533--562. Elsevier, Amsterdam.
- Ehrlich, P.R., & Holdren, J.P. (1971). Impact of Population Growth. *Science, New Series*, vol. 171, no. 3977, pp. 1212--1217.
- Fan, Y., Liu, L.-C., Wu, G., & Wei, Y.-M. (2006). Analyzing Impact Factors of CO₂ Emissions Using the STIRPAT Model. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 26, no. 4, pp. 377--395.
- Feng, Z.-H., Zou, L.-L., & Wei, Y.-M. (2011). The Impact of Household Consumption on Energy Use and CO₂ Emissions in China. *Energy*, vol. 36, no. 1, pp. 656--670.
- Ghosh, S., & Kanjilal, K. (2014). Long-Term Equilibrium Relationship between Urbanization, Energy Consumption and Economic Activity: Empirical Evidence from India. *Energy*, vol. 66, pp. 324--331.
- Gu, C., Hu, L., Zhang, X., Wang, X., & Guo, J. (2011). Climate Change and Urbanization in The Yangtze River Delta. *Habitat International*, vol. 35, no. 4, pp. 544--552.
- Jones, D.W. (1989). Urbanization and Energy Use in Economic Development. *The Energy Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 29--44.
- Jones, D.W. (2004). Urbanization and Energy. *Encyclopedia of Energy*, vol. 6, no. 1--6, pp. 329--335.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relation between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, vol. 3, no. 2, pp. 401--403.
- Kasto, (2002). *Mobilitas Penduduk dan Dampaknya terhadap Pembangunan Daerah dalam Mobilitas Penduduk Indonesia: Tinjauan Lintas Disiplin*. PSKK UGM, Yogyakarta.
- Li, B., & Yao, R. (2009). Urbanisation and Its Impact on Building Energy Consumption and Efficiency in China. *Renewable Energy*, vol. 34, no. 9, pp. 1994--1998.
- Lin, S., Zhao, D., & Marinova, D. (2009). Analysis of the Environmental Impact of China Based on STIRPAT Model. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 29, no. 6, pp. 341--347.
- Lise, W., & Van Montfort, K. (2007). Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There A Co-Integration Relationship?. *Energy Economics*, vol. 29, no. 6, pp. 1166--1178.
- Liu, Y. (2009). Exploring the relationship between urbanization and energy consumption in China using ARDL (autoregressive distributed lag) and FDM (factor decomposition model). *Energy*, vol. 34, no. 11, pp. 1846--1854.
- Liu, L.-C., Wu, G., Wang, J.-N., & Wei, Y.-M. (2011). China's Carbon Emissions from Urban and Rural Households During 1992--2007. *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, no. 15, pp. 1754--1762.
- Madlener, R., & Sunak, Y. (2011). Impacts of Urbanization on Urban Structures and Energy Demand: What Can We Learn for Urban Energy Planning and Urbanization Management? *Sustainable Cities and Society*, vol. 1, no. 1, pp. 45--53.
- Martinez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The Impact of Urbanization on CO₂ Emissions: Evidence from Developing Countries. *Ecological Economics*, vol. 70, no. 7, pp. 1344--1353.
- Pachauri, S., & Jiang, L. (2008). The Household Energy Transition in India and China. *Energy Policy*, vol. 36, no. 11, pp. 4022--4035.
- Parikh, J., & Shukla, V. (1995). Urbanization, Energy Use and Greenhouse Effects in Economic Development: Results from A Cross-National Study of Developing Countries. *Global Environmental Change*, vol. 5, no. 2, pp. 87--103.
- Poumanyong, P., & Kaneko, S. (2010). Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO₂ Emissions? A Cross-Country Analysis. *Ecological Economics*, vol. 70, no. 2, pp. 434--444.

- Pusdatin ESDM. (2013). *Indonesia Energy Outlook 2013*. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral -- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. http://www.esdm.go.id/assets/admin/file/pub/Indonesia_Energy_Outlook_2013.pdf
- Refaniadewi, N. (2014). Analisis Hubungan Konsumsi Energi dan Urbanisasi di Indonesia Tahun 1980--2011. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia, Depok.
- Satterthwaite, D. (2009). Implications of Population Growth and Urbanization for Climate Change. *Environment and Urbanization*, vol. 21, no. 2, pp. 545--567.
- Shi, A. (2003). The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975--1996: Evidence from Pooled Cross-Country Data. *Ecological Economics*, vol. 44, no. 1, pp. 29--42.
- Solarin, S., & Shahbaz, M. (2013). Trivariate Causality between Economic Growth, Urbanisation and Electricity Consumption in Angola: Cointegration and Causality Analysis. *Energy Policy*, vol. 60, pp. 876--884.
- Tang, C. F., & Tan, B. W. (2015). The Impact of Energy Consumption, Income and Foreign Direct Investment on Carbon Dioxide Emissions in Vietnam. *Energy*, vol. 79, pp. 447--454.
- Wang, M., Che, Y., Yang, K., Wang, M., Xiong, L., & Huang, Y. (2011). A Local-Scale Low-Carbon Plan Based on the STIRPAT Model and the Scenario Method: The Case of Minhang District, Shanghai, China. *Energy Policy*, vol.39, no. 11, pp. 6981--6990.
- Wei, B. R., Yagita, H., Inaba, A., & Sagisaka, M. (2003). Urbanization Impact on Energy Demand and CO₂ Emission in China. *Journal of Chongqing University*, vol. 2, pp. 46--50.
- York, R., Rosa, E.A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic Tools for Unpacking the Driving Forces of Environmental Impacts. *Ecological Economics*, vol. 46, no. 3, pp. 351--365.
- Yusgiantoro, P. (2000). *Ekonomi Energi: Teori dan Praktik*. LP3ES, Jakarta.
- Zhang, C., & Lin, Y. (2012). Panel Estimation for Urbanization, Energy Consumption, and CO₂ Emissions: A Regional Analysis in China. *Energy Policy*, vol. 49, pp. 488--498.
- Sukirno. (1985). *Ekonomi Pembangunan: Proses, Masalah dan Dasar Kebijakan*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.

